

프리캐스트로 제작된 합성형교의 연속화 공법

구 민 세*

1. 서 론

현재까지 사용되고 있는 합성형 교량의 구조적 거동은 교축방향의 휨거동에 대해서는 주형(Girder)과 바닥판의 합성단면이 부담하고, 주형과 주형 사이의 휨거동인 교축직각방향의 휨에 대해서는 사용하중과 직접 접촉하는 바닥판만이 저항하도록 설계, 시공되어 사용되고 있다. 따라서 주형은 주형의 자중과 사용하중 외에 바닥판의 자중을 그대로 부담하게 되므로 경제적인 단면 선택에 제약이 되고 있는 실정이다. 바닥판이 제작초기부터 교축방향의 휨강성을 갖도록 제작된다면 주형이 부담해야 할 휨에 대한 저항능력이 그만큼 작아져도 되므로 신설교량 주형의 단면감소와 경간길이의 연장이 가능해진다.

지금까지 널리 알려지고 시공되어온 프리스트레스트 합성보는 단순보형으로서 교장이 긴 경우에는 단순보형으로 제작된 프리스트레스트 합성보를 연속적으로 설치하여 보와 보의 연결부는 일체화하는 대신 팽창조인트로 처리하여 시공한다. 이 팽창조인트는 가격이 고가이고 주행감을 저하시키는 물론 많은 유지관리비가 소요된다. 또한, 차량의

동행시 팽창조인트에서의 충격과 팽창조인트부틀 통한 침투수에 의해 교량의 열화현상을 촉진시키는 원인이 되고 있다. 기존의 프리스트레스트 합성보 교량에서 이러한 팽창조인트의 문제점들을 해결하기 위해 연결부를 일체화한 경우 자중 및 외력에 의해 내측지점에서 발생하는 부모멘트에 대한 문제점을 갖고있다.

본 기사는 단경간으로 분리·제작된 프리스트레스트 합성보간의 연결부를 팽창조인트 없이 일체화시킴으로 기존의 프리스트레스트 합성보 교량에 대한 팽창조인트의 문제점을 완전히 제거하는 연속화 공법의 시공법에 대해 기술하였다.

2. 합성형교의 시공법

2.1 프리플렉스빔(Preflex beam)교

프리플렉스빔교는 초기 솟음량을 불인 강형에 프리플렉션 하중을 가한 후 하부플랜지 주위에 고강도의 콘크리트를 피복시켜 경화 후 프리플렉션 하중을 제거시킴으로써 인장력에 취약한 콘크리트에 압축력을 도입한 구조로서, 이러한 프리플렉스

* 성희원 · 인하대학교 토목공학과, 교수

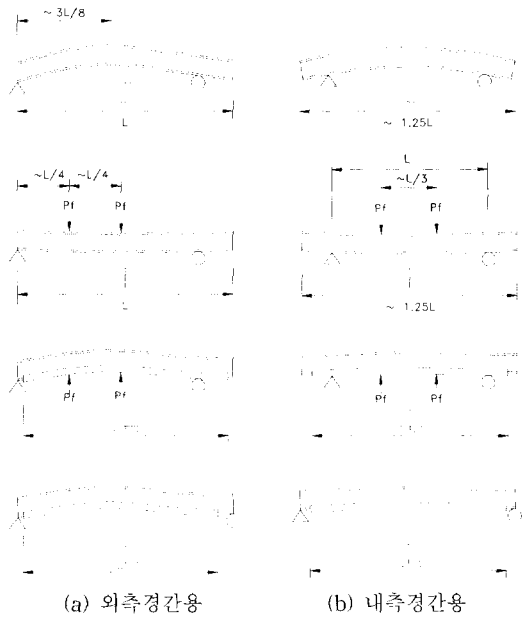


그림 1 프리플렉스빔의 제작방법

합성보를 이용한 교량은 타형식에 비하여 낮은 형고와 피로강도 증대 및 높은 내화력 등경제적·구조적 장점을 가지고 있는 교량이다.

프리플렉스빔의 제작은 그림 1과 같이 연속교의 모멘트도의 형상대로 각 경간의 프리플렉스빔을 분할 제작하는데 외측경간용 프리플렉스빔의 경우는 한쪽 단부에서 약 $L/8$ 위치에 지점을 두고 나머지 구간의 하부콘크리트에만 압축응력을 도입시키며, 내측경간용 프리플렉스빔의 경우는 양쪽 단부에서 약 $L/8$ 위치에 지점을 두고 나머지 구간의 하부콘크리트에 압축응력을 도입한다. 그림 2는 제작된 프리플렉스빔을 다경간에 단순거치시키고 연결판을 이용하여 연결한 후, 연결부 즉, 교각부 지점에서 프리플렉스빔 하부의 허용압축응력 또는 빔상부의 허용인장응력에 도달하는 높이만큼 빔을 상승시켜 빔 하부에 추가의 압축응력을 도입시키고 바닥판의 철근 조립 이후 바닥판 콘크리트를 타설 및 양생시킨 후 하강시켜 내측지점부인 부모멘트 발생구간의 바닥판 콘크리트에 합성후의 인장응력에 대응하는 압축응력을 도입시킴으로서 합성형교의 처짐과 균열에 효과적으로 대응할 수 있도록 한 시공과정을 나타낸다. 경우에 따라 상승상

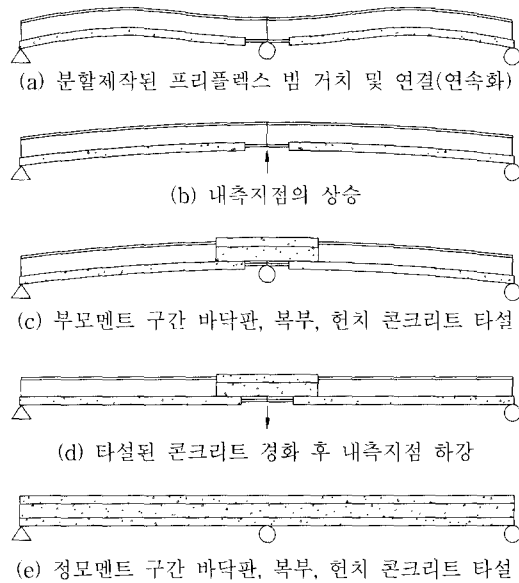


그림 2 연속 프리플렉스 합성형교의 시공방법

태에서 부모멘트 구간의 바닥판만을 타설할 수도 있고 전체 구간의 바닥판을 모두 타설하는 방법도 있으며 3경간 이상의 연속화도 가능하다.

2.2 프리스트레스트 콘크리트 빔(Prestressed Concrete Beam)교

본 공법은 공장 또는 현장에서 제작된 PSC 빔을 단순거치시키고 추가의 철근과 수평연결재를 이용하여 완전 연결시킨 후 내측 지점의 상승 및 하강 또는 양단부 지점의 하강 및 상승 과정을 통하여 PSC 빔의 하부에는 2차 압축응력을, 내측 지점부의 바닥판 콘크리트에는 합성 후의 인장응력에 대응하는 압축응력을 도입시키고자 하는 시공법으로 기존 PSC 연속교에서 문제되는 내측지점에서의 바닥판 균열 및 파손을 방지하는 특징을 갖고 있다. 또한 지점 하강량을 상승량보다 적게 하여 정모멘트 구간에 압축응력을 추가로 도입시키는 효과도 갖고 있다.

연속 PSC 합성형교의 시공과정을 단계별로 그림 3에 나타내었으며 그림 4는 연결부에 대한 상세를 보여준다. PSC Beam의 연속화를 위한 주형간의 길이방향 연결은 사하중과 활하중에 대해

발생될 연속 지점부(내측 지점) 주형상단의 휨 인장응력과 주형하단의 휨 압축응력의 제어가 관건

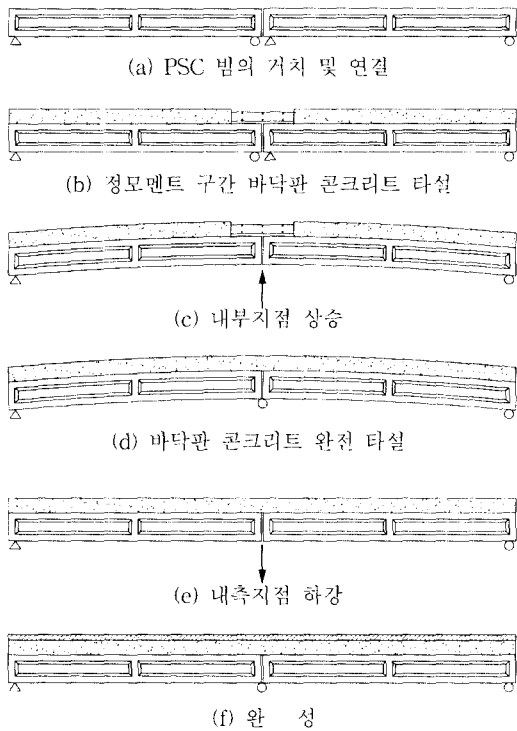


그림 3 연속 PSC 합성형교의 시공방법

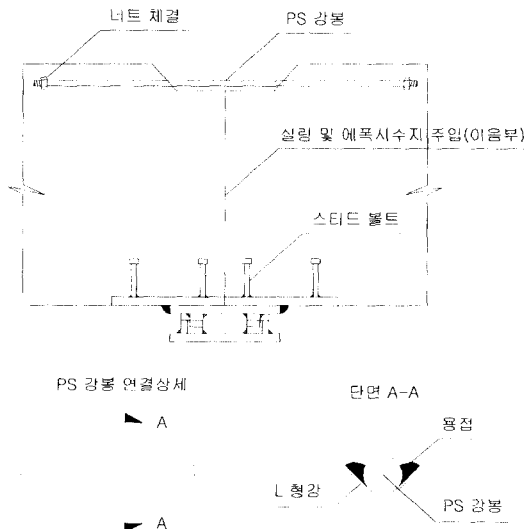


그림 4 연속 PSC 합성형교의 연결부

이며, 연속 지점부 주형상단에 발생될 휨 인장응력에 대해서는 PSC Beam의 상부플랜지 콘크리트에 추가의 철근을 연결하고 빔 전체적으로 수평연결재를 이용하여 주형간의 연결을 도모하여 효과적으로 대응할 수 있다.

3. 해석결과

단면비교는 현재 교량 설계시 사용되고 있는 표준단면과 기 설계되어 시공된 주형 단면을 이용하여 각각의 주형 단면 감소와 경간길이 연장 효과에 대해 검토하여 정리하면 다음과 같다.

3.1 프리플렉스빔(Preflex beam)교

합성형교를 연속화하기 위하여 주형의 상승·하강 공법이 적용된 2경간 및 3경간 연속의 프리플렉스빔에 대해 기존의 그림 5의 프리플렉스 합성형 표준도(도로공사)를 기준으로 성능향상효과를 검토하였고 그 결과는 표 1과 같다.

3.2 프리스트레스트 콘크리트 빔(Prestressed Concrete Beam)교

표 2는 한국도로공사 표준도상의 PSC Beam을 기준으로 하여 적용시 경간길이를 동일하게 유지할 경우의 단면 감소효과와 PSC Beam 단면을 표준도와 같이 유지할 경우의 경간길이 연장효과에 대해 계산된 결과이며 PSC Beam간의 연속화 공정이 포함되어 있다. PSC Beam의 신설시 주로 사용되는 도로공사 표준도를 기준으로 하여 상승·하강 공법 적용 및 주형간의 연속화로 얻을 수 있는

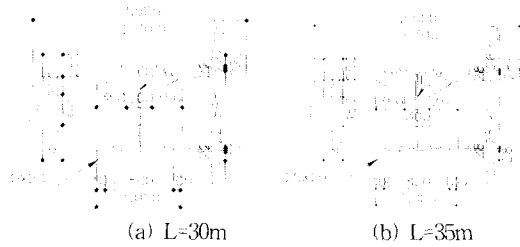


그림 5 경간길이 L=30m, 35m 프리플렉스빔 표준도 (한국도로공사)

표 1 Preflex합성형 신설시의 주형의 강재량 감소효과 및 연속지점부 주형 상승/하강량(단위 : m)

구 분		A		B	
기준(도로공사 표준도)		15.8		22.9	
주형의 상승 하강공법 적용시	2경간 연속	계산값		12.9	
		변화량		18.4% 감소	
		연속지점 상승/하강량		41.6cm/24.9cm	
	3경간 연속	계산값		11.9	
		변화량		24.7% 감소	
		연속지점 상승/하강량	제1내측지점	42.6cm/9.9cm	63.2cm/21.9cm
제2내측지점	38.2cm/19.4cm		44.4cm/23.1cm		

- 설계 활하중은 DB24 또는 DL24임.
- A는 표준도상의 프리플렉스(PF) 빔 길이 30m인 경우이고 B는 표준도상의 프리플렉스(PF) 빔 길이 35m인 경우임.

표 2 PSC Beam 신설시의 주형단면 감소효과 및 경간길이 연장효과 및 연속지점부 주형 상승/하강량 (단위:m)

구 분		A		B	
		형고(H)	경간길이(L)	형고(H)	경간길이(L)
기준(도로공사 표준도)		1.75	25	2.00	30
주형 상승 하강공 법 적용	2경간 연속	계산값		1.30	
		변화량		25.7% 감소	
		연속지점 상승/하강량		12.84cm/8.09cm	
	3경간 연속	계산값		1.30	
		변화량		25.7% 감소	
		연속지점 상승/하강량	제1내측지점	12.53cm/7.52cm	13.67cm/6.42cm
제2내측지점	11.35cm/8.43cm		13.51cm/9.00cm	15.02cm/11.75cm	11.96cm/8.81cm

- 설계 활하중은 DB24 또는 DL24임.
- A는 한국도로공사 표준도상의 PSC Beam 길이 25m인 경우이고 B는 표준도상의 PSC Beam 길이 30m인 경우임.
- 형고 감소 효과는 표준도상의 PSC Beam에 대해 동일 경간을 기준으로 한 것임.
- 경간길이 증가 효과는 표준도상의 PSC Beam에 대해 동일 단면을 기준으로 한 것임.

효과에 대한 결과로 형고의 경우 최대 25.7% 감소 효과를 그리고 경간길이 연장에 대해 최대 44.0% 연장효과를 나타내었다.

4. 결 론

합성형교중 PSC Beam교와 Preflex Beam교는 제작상의 특성 때문에 주형의 연속화가 용이하지 못해왔으며, 바닥판(Concrete slab)과 주형 단부의 형보에 의해 연속화되는 경우에도 여러 가지 구조적 문제들 때문에 부모멘트 발생구간의 바닥판에서 발생하는 여러가지 결함을 완전히 해결하지 못하고 있는 실정이다. 본고에서 Preflex합성형의 경

우는 기존의 연속화 공법을 이용하고, PSC합성형의 경우는 국내 또는 국외에서 연구 개발된 방법을 이용하여 연속화 시킨 후 연속지점 주형의 상승 및 하강을 통해 부모멘트 발생구간의 바닥판에 소정의 압축력을 도입시켜 연속교로서의 장점을 최대한 활용하고 상기의 결함을 해소시키는 방법을 제시하였다. 현재 본고에서 제시된 방법은 신기술 제 270호로 지정되었으며 다수의 시공과 설계가 반영되어 있다.

연속화된 프리플렉스 합성형교에 대해 2경간 연속에 대해서는 약 18~22%, 3경간 연속에 대해서는 약 25%의 강재량 감소의 효과가 있었고, PSC Beam의 신설시 주로 사용되는 도로공사 표준도를

기준으로 하여 상승·하강 공법 적용 및 주형간의 연속화로 얻을 수 있는 효과에 대한 결과로 형고의 경우 최대 25.7% 감소효과를 그리고 경간길이 연장에 대해 최대 44.0% 연장효과를 나타내었다.

참 고 문 헌

1. 대한토목학회, 프리플렉스 합성형 표준시방서 및 동해설(안), 대한토목학회, 1986
2. 대한토목학회, 프리플렉스 합성형교의 설계제작 및 시공지도서, 대한토목학회, 1986
3. 한국건설기술연구원, “프리캐스트 PS 콘크리트 교량의 설계에 관한 연구”, 1992
4. Basile G.Rabbat and Henry G.Russell, “Optimized Sections for Precast Prestressed Bridge Girders,” *Journal of the Prestressed Concrete Institute*, 1992, pp.88~104
5. Joseffa V. Meir, Michael R.Cicciarelli, Julio A. Ramirez, Robert H. Lee, “Alternative to the Current AASHTO Standard Bridge Sections,” *Journal of the Prestressed Concrete Institute*, 1997, pp.56~66
6. Robert J.Peterman, Julio A.Ramirez, “Restraint Moments in Bridges with Full-Span Prestressed Concrete Form Panels,” *Journal of the Prestressed Concrete Institute*. 1998, pp.54~73 